



Numer postępowania: ZP/3/055/D/25

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Przedmiotem zamówienia jest **dostawę wraz z montażem stanowisk dydaktycznych dla Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej** na potrzeby realizacji Projektu „Studia 5.0. Programy studiów dla kluczowych branż krajowego przemysłu” współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 nr umowy o dofinansowanie FERS.01.05-IP.08-0027/23-00. w podziale na 4 części:

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA – część 1

1. STANOWISKO DYDAKTYCZNE DO BADAŃ OGNIWA PALIWOWEGO TYPU PEM

Przedmiotem zamówienia jest kompaktowe stanowisko do badania pracy ogniwa paliwowych typu PEM, wyposażone w komercyjne ogniwo paliwowe o mocy ok. 1 kW, z układem wyprowadzenia mocy elektrycznej, obciążeniem elektrycznym oraz układem pomiarowym. Pomiary parametrów pracy ogniwa paliwowego mają umożliwić wyznaczanie m.in. charakterystyk obciążeniowych, napięciowo-prądowych, konsumpcji wodoru, pomiaru temperatury stosu, opcjonalnie ilości przepływającego powietrza przez stos itp. Stanowisko powinno być wyposażone w oprogramowane do sterownia pracą ogniwa oraz jednostkę do sterowania i monitoringu urządzenia oraz archiwizacji danych pomiarowych.

– 1 szt.

Specyfikacja stanowiska dydaktycznego:

1. Kompletne ogniwo paliwowe typu PEM o mocy ok. 1 kW i prądzie znamionowym ok. 50 A z wyjściami elektrycznymi.
2. Oprogramowanie do monitoringu, sterowania, pomiaru i archiwizacji parametrów pracy ogniwa zgodne z systemem operacyjnym MS Windows 11.
3. Konwerter DC/DC 24 V dla ogniwa paliwowego.
4. Moduł rozruchowy ogniwa paliwowego w postaci zasilacza odpowiadający parametrom ogniwa paliwowego.
5. Elektroniczne obciążenie ogniwa paliwowego odpowiadające mocy ogniwa oraz z płynną regulacją obciążenia, tj. kontrolowanego obciążania systemu z opcjami stałego: prądu, mocy, rezystancji i napięcia.
6. Ogniwo paliwowe powinno być kompatybilne z układem zasilania w wodór z baterii butli typu MHS (Metal Hydrate Storage) poprzez dedykowany układ przyłączeniowy (15 bar).

2. STANOWISKO DYDAKTYCZNE DO BADANIA EFEKTU PELTIERA

Przedmiotem zamówienia jest kompaktowe stanowisko do badania efektu termoelektrycznego w postaci ogniwa Peltiera wyposażone w układ pomiarowy opcjonalnie wraz z oprogramowaniem do monitorowania, sterowania i archiwizacji danych pomiarowych. Układ pomiarowy powinien być wyposażony w ogniwo Peltiera, układy do pomiaru temperatury czynnika na wejściu i wyjściu do ogniwa, temperaturę otoczenia, pomiaru i regulacji wydatku czynnika przepływającego przez ogniwo na podstawie, których możliwe jest wyznaczenie charakterystyki termicznej, obciążeniowej, sprawnościowej ogniwa itp. – 1 szt.



Specyfikacja stanowiska dydaktycznego:

1. Ogniwu Peltiera zasilane wodą (moc ogniwa w zakresie do 400 W).
2. Opcjonalnie stanowisko dodatkowo wyposażone w układ do badania zjawiska Seebeck'a oraz układ do badania wydajności termoelektrycznego generatora energii elektrycznej.
3. Stanowisko powinno być wyposażone w obieg wodny do ogrzewania i chłodzenia ogniwa Peltiera ze zbiornikiem, pompą i przepływomierzami.
4. Stanowisko powinno być wyposażone w płynną regulację mocy elektrycznej za pomocą potencjometru.
5. Stanowisko powinno być wyposażone w pomiar przepływu wody, temperatury wody, prądu i napięcia na ogniwie.
6. Mierzone wartości takie jak, temperatura, prąd i napięcie powinny być przedstawiane na cyfrowych wyświetlaczach.
7. Układ powinien mieć zbiornik na medium (wodę).

3. ELEKTROLIZER

Przedmiotem zamówienia jest stanowisko do wytwarzania wodoru w procesie elektrolizy wody oraz układu magazynowania energii w postaci wodoru oraz energii elektrycznej. Stanowisko powinno być wyposażone w elektrolizer typu PEM ze zbiornikiem na wodę, magazynem wodoru w postaci butli wykonanych w technologii wodorków metalicznych z układem przyłączeniowym oraz baterię akumulatorów elektrycznych. Wymagane jest również, aby do stanowiska załączone było oprogramowanie do monitorowania pracy elektrolizera i magazynu energii wraz układem do archiwizacji danych pomiarowych. – **1 szt.**

Specyfikacja stanowiska dydaktycznego:

1. Kompletny elektrolizer zbudowany w technologii PEM o wydajności min. 30 l/h i ciśnieniu wyjściowym wodoru min. 15 bar i czystości wodoru minimum 5.0 (99,999%).
2. Łączność elektrolizera z komputerem za pośrednictwem USB lub interfejsu RS232.
3. Oprogramowaniem do monitoringu, sterowania, pomiaru i archiwizacji parametrów pracy elektrolizera i magazynów energii.
4. Zbiornik na wodę.
5. Elektrolizer powinien być kompatybilny z ogniwem paliwowym typu PEM o zapotrzebowaniu wodoru min. 20 l/min i ciśnieniu tłoczonego wodoru min. 15 bar.
6. Elektrolizer powinien mieć możliwość napełniania niskociśnieniowych zbiorników magazynujących wodór w technologii wodorków metalicznych (MHS).
7. Stanowisko powinno zawierać magazyn energii w postaci zbiorników na wodór typu MHS (Metal Hydrate Storage canister) o łącznej objętości 2400 l.
8. Wodorowy zestaw przyłączeniowy odpowiadający zbiornikom MHS, 15 bar, z możliwością podłączenia kilku butli typu MHS.
9. Miernik przepływu wodoru o parametrach: zakres min. 25 l/min, dokładność $\pm 1,5\%$, temp. pracy 0 - 50 °C.
10. Magazyn energii elektrycznej w postaci baterii akumulatorów 24V wykonanych w technologii żelowej o łącznej pojemności min. 30 Ah.
11. Stanowisko powinno być wyposażone w jednostkę do monitorowania pracą urządzenia oraz do archiwizacji danych. MSWindows 11.



OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA- część 2

1. ULTRATERMOSTAT DO BADANIA KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH

Przedmiotem zamówienia jest termostat cyrkulacyjny z chłodzeniem do stabilizacji temperatury cieczy (m.in. wody) wg poniższej specyfikacji. – **1 szt.**

Specyfikacja ultratermostatu:

1. Chłodzenie medium od temp. otoczenia do -20 °C.
2. Moc chłodnicza min. 0,5 kW.
3. Precyzyjne sterowanie temperatury (cyfrowa regulacja temp.) w zakresie +/- 2 °C z wyświetlaczem.
4. Opcjonalnie możliwość grzania medium.
5. Pojemność zbiornika na medium min. 5 litrów.
6. Pompa o wydajności 20 l/min.
7. Zasilanie sieciowe 230V / 50Hz.

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA – część 3

1. STANOWISKO DYDAKTYCZNE DO BADANIA ZMIANY STANU TERMODYNAMICZNEGO GAZÓW

Przedmiotem zamówienia jest stanowisko dydaktyczne do badania zmiany stanu gazu podczas przemiany izotermicznej oraz izochorycznej oraz obserwacji zmiany stanu poprzez wizualizację procesów – **1 szt.**

Specyfikacja stanowiska dydaktycznego:

1. Wyposażenie stanowiska:
 - dwa przezroczyste zbiorniki umożliwiające obserwację zmiany stanu gazów,
 - sprężarka wytwarzająca niezbędną różnicę ciśnień podczas procesów,
 - zawór do przełączania pomiędzy sprężaniem i rozprężaniem,
 - czujnik różnicy ciśnień,
 - grzejnik elektryczny z regulacją temperatury w jednym ze zbiorników,
 - czujniki parametrów termicznych (temperatury i ciśnienia) w obu zbiornikach,
 - cyfrowe wyświetlacze mierzonych parametrów termicznych,
 - oprogramowanie do sterowania, akwizycji i obróbki danych umożliwiające transfer danych łączem USB dla systemu Windows w wersji co najmniej 10,
 - stanowisko ma być wykonane w formie zwartej konstrukcji; wszystkie elementy stanowiska muszą być zamontowane na płycie; czujniki powinny być oznaczone technologią zapewniającą im wysoką trwałość i odporność na ścieranie,
 - elementy instalacji muszą być wykonane z materiałów trwałych, odpornych na zużycie w trakcie eksploatacji (np. korozja, starzenie),
 - konstrukcja stanowiska musi zapewnić stabilną pracę oraz łatwy transport.
2. Wymagane parametry techniczne:
 - dwa zbiorniki o pojemności co najmniej 3 litry każdy
 - sprężarka o ciśnieniu tłoczenia co najmniej 2 bar
 - pomiar temperatury w zakresie co najmniej od 0°C do 50°C
 - zasilanie: 230V, 50 Hz, 1 faza
3. Wymiary całkowite stanowiska muszą zawierać się w przedziałach:
 - długość: do 1000 mm,
 - szerokość: do 600 mm,
 - wysokość: do 1000 mm,
 - masa: do 50 kg.



2. STANOWISKO DYDAKTYCZNE DO BADANIA EKSPANSJI GAZÓW IDEALNYCH

Przedmiotem zamówienia jest stanowisko dydaktyczne do badania rozszerzania się gazów doskonałych, w tym ekspansji adiabatycznej umożliwiającej eksperymentalne wyznaczenie wykładnika adiabaty dla powietrza metodą Clémenta-Desormesa – **1 szt.**

Specyfikacja stanowiska dydaktycznego:

1. Wyposażenie stanowiska:

- dwa przezroczyste połączone ze sobą cylindryczne zbiorniki,
- sprężarka umożliwiająca wytworzenie nadciśnienia w jednym ze zbiorników i podciśnienia w drugim ze zbiorników,
- czujniki parametrów termicznych (temperatury i ciśnienia) w obu zbiornikach,
- oprogramowanie do sterowania, akwizycji i obróbki danych umożliwiające transfer danych łączem USB dla systemu Windows w wersji co najmniej 10,
- stanowisko ma być wykonane w formie zwartej konstrukcji; wszystkie elementy stanowiska muszą być zamontowane na płycie; czujniki powinny być oznaczone technologią zapewniającą im wysoką trwałość i odporność na ścieranie.
- elementy instalacji muszą być wykonane z materiałów trwałych, odpornych na zużycie w trakcie eksploatacji (np. korozja, starzenie),
- konstrukcja stanowiska musi zapewnić stabilną pracę oraz łatwy transport.

2. Wymagane parametry techniczne:

- dwa przezroczyste zbiorniki pomiarowe o objętości co najmniej 10 litrów każdy
- podciśnienie co najmniej 0,5 bar; nadciśnienie co najmniej 0,5 bar
- pomiar temperatury w zakresie co najmniej do 100°C
- zasilanie: 230V, 50 Hz, 1 faza.

3. Wymiary całkowite stanowiska muszą zawierać się w przedziałach:

- długość: do 1000 mm,
- szerokość: do 600 mm,
- wysokość: do 1000 mm,
- masa: do 50 kg.

3. STANOWISKO DYDAKTYCZNE DO OKREŚLANIA CIŚNIENIA NASYCENIA PARY WODNEJ

Przedmiotem zamówienia jest stanowisko dydaktyczne do wyznaczenia krzywej nasycenia wody, w postaci zależności między ciśnieniem a temperaturą w zakresie do 200°C – **1 szt.**

Specyfikacja stanowiska dydaktycznego:

1. Wyposażenie stanowiska:

- kocioł parowy w układzie zamkniętym,
- czujniki parametrów termicznych (temperatury i ciśnienia) umożliwiające ich stały pomiar,
- armatura bezpieczeństwa,
- stanowisko ma być wykonane w formie zwartej konstrukcji; wszystkie elementy stanowiska muszą być zamontowane na płycie; czujniki powinny być oznaczone technologią zapewniającą im wysoką trwałość i odporność na ścieranie,
- elementy instalacji muszą być wykonane z materiałów trwałych, odpornych na zużycie w trakcie eksploatacji (np. korozja, starzenie),
- konstrukcja stanowiska musi zapewnić stabilną pracę oraz łatwy transport.

2. Wymagane parametry techniczne:

- pomiar ciśnienia w zakresie co najmniej do 20 bar
- pomiar temperatury w zakresie co najmniej do 200°C
- ograniczenie temperatury do wartości 200°C
- zawór bezpieczeństwa 20 bar
- grzałka o mocy co najmniej 1,5 kW
- zbiornik ze stali nierdzewnej o pojemności co najmniej 1,5 litra
- zasilanie: 230V, 50Hz, 1 faza



3. Wymiary całkowite stanowiska muszą zawierać się w przedziałach:
- długość: do 800 mm,
 - szerokość: do 500 mm,
 - wysokość: do 800 mm,
 - masa: do 50 kg.

4. STANOWISKO DYDAKTYCZNE DO POMIARÓW WILGOTNOŚCI POWIETRZA

Przedmiotem zamówienia jest stanowisko dydaktyczne do pomiaru wilgotności powietrza co najmniej czterema różnymi przyrządami, które można bezpośrednio ze sobą porównać, w tym koniecznie z użyciem psychrometru i higrometru pojemnościowego, uzyskania zmiennych charakterystycznych do opisu wilgotności powietrza oraz obserwacji zmian stanu wilgotnego powietrza na wykresie sporządzonym w układzie współrzędnych entalpia właściwa zawartość wilgoci – **1 szt.**

Specyfikacja stanowiska dydaktycznego:

1. Wyposażenie stanowiska:
 - komora klimatyczna z przezroczystymi drzwiami i oprzyrządowaniem umożliwiającym zmianę parametrów termicznych i wilgotnościowych powietrza w komorze oraz jego recyrkulację,
 - stanowisko ma być wykonane w formie zwartej konstrukcji; wszystkie elementy stanowiska muszą być zamontowane w sposób trwały; czujniki powinny być oznaczone technologią zapewniającą im wysoką trwałość i odporność na ścieranie,
 - elementy instalacji muszą być wykonane z materiałów trwałych, odpornych na zużycie w trakcie eksploatacji (np. korozja, starzenie),
 - konstrukcja stanowiska musi zapewnić stabilną pracę oraz łatwy transport.
2. Wymagane parametry techniczne:
 - psychrometr o zakresie pomiarowym co najmniej od 0 do 50°C, z dokładnością co najmniej 0,5°C,
 - higrometr pojemnościowy i pozostałe przyrządy do pomiaru wilgotności względnej o pełnym zakresie pomiarowym (0-100%),
 - zasilanie: 230V, 50Hz, 1 faza
3. Wymiary całkowite stanowiska muszą zawierać się w przedziałach:
 - długość: do 1800 mm,
 - szerokość: do 800 mm,
 - wysokość: do 1800 mm,
 - masa: do 120 kg.

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA – część 4

1. STANOWISKO DYDAKTYCZNE DO BADANIA KONWEKCYJNEJ WYMIANY CIEPŁA

Przedmiotem zamówienia jest dostawa stanowiska dydaktycznego do badania konwekcyjnej wymiany ciepła (w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej) – **1 szt.**

Specyfikacja stanowiska dydaktycznego:

1. Możliwość wymiany elementów badanych, zaprojektowanych w taki sposób aby ciepło było generowane tylko z ich powierzchni.
2. Ilość elementów badanych nie mniejszą niż 4 dla różnej geometrii np. płyta, cylinder (walec) o różnych średnicach, pęk rur.
3. Stanowisko powinno posiadać możliwość pomiaru temperatury płynu za i przed elementami badawczymi jak również możliwość pomiaru temperatury elementu badanego co najmniej w czterech punktach ciała.
4. Stanowisko powinno posiadać możliwość pomiaru objętościowego natężenie przepływu płynu omywającego elementy badawcze i/lub masowego natężenia przepływu tego płynu.
5. Wymagana możliwość połączenia stanowiska do komputera PC za pomocą USB i/lub microUSB
6. Konieczność zapewnienia dedykowanego programu do wizualizacji i akwizycji danych pomiarowych w sposób umożliwiający prezentację pomiarów w czasie i eksport wyników do pliku txt i/lub csv.



7. Konieczność zapewnienia materiałów dydaktycznych w zakresie obsługi oraz opisu stanowiska badawczego.
8. Zakres pomiaru temperatury w zakresie od 0 do 300 C lub szerszy.
9. Zakres pomiaru mocy grzewczej od 0 do 50 W lub szerszy (w zależności od zastosowanej geometrii elementów badawczych).
10. Temperatura pracy elementów badanych nie wyższa niż 100 C.
11. Możliwość połączenia urządzenia do zasilania 230V.

2. STANOWISKO DYDAKTYCZNE DO BADANIA RADIACYJNEJ WYMIANY CIEPŁA

Przedmiotem zamówienia jest dostawa stanowiska dydaktycznego do badania radiacyjnej wymiany ciepła – **1 szt.**

Specyfikacja stanowiska dydaktycznego:

1. Możliwość zmiany odległości badanego elementu od źródła promieniowania radiacyjnego.
2. Możliwość pomiaru temperatury badanego elementu wystawionego na działanie promieniowania radiacyjnego . Zakres pomiaru temperatury badanego elementu od 0 do 700 C lub szerszy (w zależności od zastosowanego typu).
3. Maksymalna moc elementu generującego promieniowanie radiacyjne nie mniejsza niż 100W.
4. Wymagana możliwość zmiany elementu badanego na element wykonany z innego materiału. Wymagane są trzy typy materiałów dla elementu wystawionego na promieniowanie radiacyjne miedź, aluminium, stal nierdzewna.
5. Wymagana możliwość połączenia stanowiska do komputera PC za pomocą USB i/lub microUSB.
6. Konieczność zapewnienia dedykowanego programu do wizualizacji i akwizycji danych pomiarowych w sposób umożliwiający prezentację pomiarów w czasie i eksport wyników do pliku txt i/lub csv.
7. Konieczność zapewnienia materiałów dydaktycznych w zakresie obsługi oraz opisu stanowiska badawczego.
8. Możliwość badania promieniowania cieplnego dla natężenia nie od 0 do 1200 W/m² lub szerszy
9. Możliwość połączenia urządzenia do zasilania 230V.

3. STANOWISKO DYDAKTYCZNE DO BADANIA PRZEWODZENIA W WARUNKACH USTALONYCH I NIEUSTALONYCH W CZASIE

Przedmiotem zamówienia jest dostawa stanowiska dydaktycznego do badania przewodzenia w warunkach ustalonych i nieustalonych w czasie – **1 szt.**

Specyfikacja stanowiska dydaktycznego:

1. Możliwość realizacji pomiaru przewodzenia w warunkach ustalonych i nieustalonych w czasie , w tym wyznaczanie wartości współczynnika przewodzenia ciepła.
2. Możliwość pomiaru temperatury badanego elementu w zakresie co najmniej od 0 do 100 C i minimum w 10 punktach pomiarowych rozlokowanych na jego długości.
3. Maksymalna moc elementu generującego ciepło nie niższa niż 750 W.
4. Wymagana możliwość zmiany elementu badanego na element wykonany z innego materiału. Wymagane są minimum trzy typy materiałów z których zostaną wykonane elementy pomiarowe: miedź, aluminium brąz i/lub stal nierdzewna Stanowisko powinno umożliwiać regulację temperatury źródła ciepła.
5. Wymagana możliwość połączenia stanowiska do komputera PC za pomocą USB i/lub microUSB.
6. Konieczność zapewnienia dedykowanego programu do wizualizacji i akwizycji danych pomiarowych w sposób umożliwiający prezentację pomiarów w czasie i eksport wyników do pliku txt i/lub csv.
7. Konieczność zapewnienia materiałów dydaktycznych w zakresie obsługi oraz opisu stanowiska badawczego.
8. Możliwość połączenia urządzenia do zasilania 230V.
9. Stanowisko powinno mieć wymiary w zakresie umożliwiającym transport przez standardowe przegrody drzwiowe tj szerokość nie większą niż 900 mm i wysokość poniżej 2 000 mm.
10. Stanowisko powinno być wyposażone w koła jezdne z układem do ich blokowania (hamulcami).